

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-272303

(43)Date of publication of application : 08.10.1999

(51)Int.Cl.

G05B 11/36

F16H 61/14

F16K 31/06

G05B 11/28

(21)Application number : 10-069996

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 19.03.1998

(72)Inventor : WATANABE AKIRA

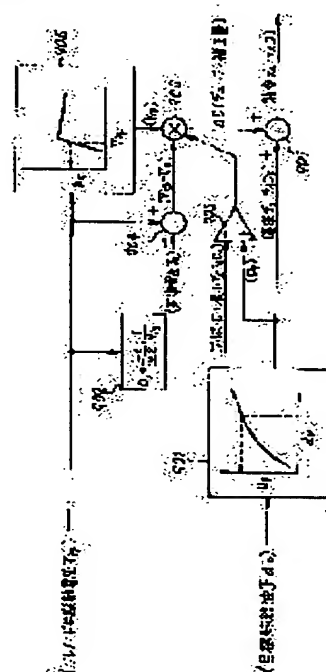
(54) DRIVE CONTROL DEVICE FOR DUTY SOLENOID VALVE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To surely realize duty correction following a change in driving voltage by small memory capacity with high applicability.

SOLUTION: An operation part 901 finds out reference duty D_p for objective hydraulic pressure d_p based on a map for reference voltage V_0 and a calculation part 902 calculates a full stroke minimum duty D_0 corresponding to a solenoid valve full stroke minimum current i_0 at driving voltage V_{ig} . In judging that the D_p does not exceed the D_0 (a solenoid current is $\leq i_0$), a comparator 903 judges an area as a linear area and unconditionally sets up a duty correction quantum ΔD outputted from an operation part 906 to '0' and an operation part 907 sets up the D_p as command duty D . When the comparator 903 judges that the D_p exceeds the D_0 (the solenoid current exceeds i_0), an operation part 905 finds out a voltage dependent coefficient K_v

corresponding to the V_{ig} and the operation part 906 finds out ΔD by the multiplication of the K_v and a voltage deviation ($V_{ig}-V_0$) between voltage values V_{ig} , V_0 and an operation part 907 corrects the D_p only by the ΔD to obtain the duty D .



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.10.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3314710

[Date of registration] 07.06.2002

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

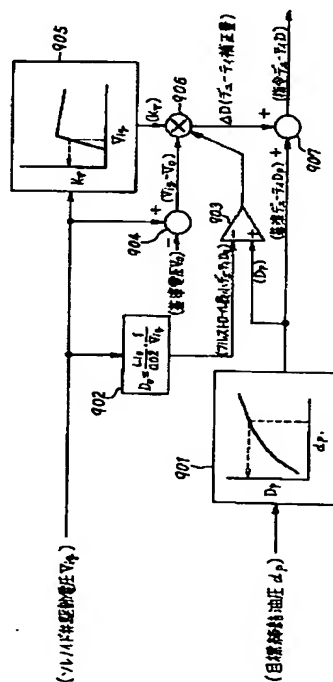
[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成11年(1999)10月8日



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ソレノイド弁の指令デューティによる駆動で目標油圧を発生させるようにした装置において、前記ソレノイド弁の駆動電圧が基準電圧である時の予定の油圧・デューティ特性を基に、前記目標油圧に対応する基準デューティを求める基準デューティ演算手段と、この基準デューティを、駆動電圧に応じた電圧依存係数と、駆動電圧および基準電圧間における電圧偏差との乗算により求めた補正量だけ補正して得られる補正デューティを前記指令デューティとする指令デューティ決定手段とを具備してなることを特徴とするデューティソレノイド弁の駆動制御装置。

【請求項2】 請求項1において、ソレノイド弁をフルストロークさせるのに必要な最小限のフルストローク最小電流を現在の駆動電圧のもとでソレノイド弁に流すためのフルストローク最小デューティを算出するフルストローク最小デューティ算出手段を付加して設け、前記指令デューティ決定手段は、前記基準デューティが該フルストローク最小デューティ以下である間、前記基準デューティの補正を禁止して基準デューティをそのまま指令デューティとするよう構成したことを特徴とするデューティソレノイド弁の駆動制御装置。

【請求項3】 請求項2において、前記フルストローク最小デューティ算出手段はフルストローク最小デューティ D_0 を、前記ソレノイド弁のインダクタンス L 、デューティ制御におけるパルス幅変調周期 T_d 、前記フルストローク最小電流 i_0 、前記駆動電圧 V_{ig} から、 $D_0 = (L \cdot i_0 / T_d) \cdot (1 / V_{ig})$ の演算により算出するよう構成したことを特徴とするデューティソレノイド弁の駆動制御装置。

【請求項4】 請求項3において、前記 $(L \cdot i_0 / T_d)$ を定数データとして予め記憶しておくよう構成したことを特徴とするデューティソレノイド弁の駆動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動変速機などにおいて油圧制御に用いられるデューティソレノイド弁の駆動制御を司る装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】デューティソレノイド弁の駆動制御装置としては従来、例えば特開昭61-177507号公報に記載されたものや、図12に示すときものが知られている。前者の公報に記載されたデューティソレノイド弁の駆動制御装置は、ソレノイド弁駆動電圧が種々に変化し、当該電圧変化に応じて同じデューティのもとでも、制御された油圧値が異なることから、これを防止するために基準電圧のもとでのソレノイド弁の基準的な駆動デューティを求め、これを当該基準電圧に対する駆動電圧の変化に応じ補正してソレノイド弁への指令デュー

ティにするというものである。

【0003】また後者の図12に示すときデューティソレノイド弁の駆動制御装置は、目標油圧 d_p に対応したソレノイド弁の要求コンダクタンス σ （抵抗の逆数の次元を持ち、電流の流れ易さを表す量）を以下により求め、これを基にデューティソレノイド弁の駆動デューティ $Duty$ を決定するというものである。

【0004】つまり、先ず要求コンダクタンス σ の求め方を説明するに、基準コンダクタンス演算部101においては目標油圧 d_p と、ソレノイド弁の電気的特性や、ソレノイド電流・油圧特性で決まる比例定数 α との乗算により、目標油圧 d_p に対応した基準コンダクタンス $(\alpha \cdot d_p)$ を求め、他方で要求コンダクタンス補正量演算部102において、ソレノイド弁の電気的特性や、ソレノイド電流・油圧特性で決まる電圧補正係数 β と、ソレノイド駆動電圧 V_{ig} との乗算により、駆動電圧 V_{ig} と基準電圧 V_0 との電圧偏差に応じた要求コンダクタンス補正量 $(\beta \cdot V_{ig})$ を求める。

【0005】更に要求コンダクタンス演算部103において、基準コンダクタンス $(\alpha \cdot d_p)$ と、電圧偏差対応の要求コンダクタンス補正量 $(\beta \cdot V_{ig})$ と、ソレノイド弁の電気的特性や、ソレノイド電流・油圧特性に応じた要求コンダクタンス初期値 σ_0 との総和により、次式によって表される最終的な要求コンダクタンス σ を求める。

$$\sigma = \alpha \cdot d_p + \beta \cdot V_{ig} + \sigma_0$$

ここで、電圧補正係数 β は電圧偏差対応の要求コンダクタンス補正量 $(\beta \cdot V_{ig})$ が $V_{ig} = V_0$ の時に0となるよう実験などにより定め、従って、上式で表される要求コンダクタンス σ の目標油圧 d_p に対する変化特性は、駆動電圧 V_{ig} の変化に応じ例えば図13に示すごとくに変化する。

【0006】そして電流比演算部104で、上記の要求コンダクタンス σ に、ソレノイド弁を含めた回路抵抗 R_{sol} を乗算し、最大電流に対する目標油圧 (d_p) 対応電流の比である電流比 D_p^* を求める。以上により電流比 D_p^* は、目標油圧 d_p および駆動電圧 V_{ig} から次式に示すときものとなる。

$$D_p^* = R_{sol} (\alpha \cdot d_p + \beta \cdot V_{ig} + \sigma_0)$$

駆動デューティ演算部105では、予め求めておいた電流比 D_p^* と駆動デューティ $Duty$ との関係を表すマップを基に、演算部104からの電流比 D_p^* に対応する駆動デューティ $Duty$ を求め、これをソレノイド弁に指令する。

【0007】図12に示すデューティソレノイド弁の駆動制御装置によれば、駆動電圧変化に応じた駆動デューティの補正に際し、演算部102で電圧補正係数 β を用いて要求コンダクタンス補正量 $(\beta \cdot V_{ig})$ を求めるために、駆動デューティ $Duty$ の決定に際しては比例定数 α 、要求コンダクタンス初期値 σ_0 および駆動デュー

ティ演算部105での電流比($D_p \cdot$)・駆動デューティ(Duty)マップを用いるだけで当該決定が可能となり、使用するマップの数を減らすことができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前者の特開昭61-177507号公報に記載されたデューティソレノイド弁の駆動制御装置では、基準電圧用の基準的な駆動デューティマップの他に、駆動電圧の変化範囲内における全ての電圧に関して、基準電圧用の駆動デューティマップと同等に大きな駆動デューティ補正量マップが個々に必要となり、大きなメモリ容量が要求されてコスト的に不利になるのを免れなかった。

【0009】一方で、後者の図12に示すときデューティソレノイド弁の駆動制御装置では、上記のように多くのマップ数が必要になることがなく、コスト的な問題は生じないものの、広範囲な電圧変化に対しても1つの電圧補正係数 β のみで電圧変化に伴うデューティ補正を行うため、補正精度の確保が困難であると共に、演算部105でのマップの検索に先立って、先ず多数の定数 α 、 β 、 σ_0 が決まらなければ、たとえ駆動電圧が基準電圧になっていても決してデューティDutyを求めることができないし、また、これら多数の定数 α 、 β 、 σ_0 を決める作業が全ての駆動電圧変動範囲におよび、しかも実験値そのものでなく実験値から算出により求める必要があつて極めて煩雑であると共に、適用対象が変わるたびに当該煩雑な定数の決定作業が必要であるなどの理由から、実機への適用性が必ずしも良くないという問題を生じていた。

【0010】請求項1に記載の第1発明は、先ず基準電圧用の駆動デューティマップを基に目標油圧に対する基準デューティを求め、次いでこれを駆動電圧と電圧偏差とに応じ補正して指令デューティを求めるようになすことで、基準電圧用の駆動デューティマップの他には、これと同等の大きなマップが必要でないようにして前記コスト上の問題を生じないようにし、更に、決定が困難な定数を一切用いることなくソレノイド弁駆動デューティを高精度に求め得るようにすると共に、少なくとも基準電圧用の基準デューティだけは必ず求め得るようにして、前記精度上の問題および適用性の問題をも解消することを目的とする。

【0011】請求項2に記載の第2発明は、駆動電圧変化用のデューティの補正が不要な場合は当該補正を行わないようにし、無駄な補正が行われて弊害を生ずることのないようにすることを目的とする。

【0012】請求項3に記載の第3発明は、第3発明において駆動電圧変化にともなうデューティの補正が必要か不要かを判断する時に基準とする、ソレノイド弁のフルストロークに必要な最小限のデューティであるフルストローク最小デューティを簡単に求める方式を提案することを目的とする。

【0013】請求項4に記載の第4発明は、第4発明におけるフルストローク最小デューティを更に簡単に求める方式を提案することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】これらの目的のため、先ず第1発明によるデューティソレノイド弁の駆動制御装置は、ソレノイド弁の指令デューティによる駆動で目標油圧を発生させるようにした装置において、前記ソレノイド弁の駆動電圧が基準電圧である時の予定の油圧・デューティ特性を基に、前記目標油圧に対応する基準デューティを求める基準デューティ演算手段と、この基準デューティを、駆動電圧に応じた電圧依存係数と、駆動電圧および基準電圧間における電圧偏差との乗算により求めた補正量だけ補正して得られる補正デューティを前記指令デューティとする指令デューティ決定手段とを具備してなることを特徴とするものである。

【0015】第2発明によるデューティソレノイド弁の駆動制御装置は、上記第1発明において、ソレノイド弁をフルストロークさせるのに必要な最小限のフルストローク最小電流を現在の駆動電圧のもとでソレノイド弁に流すためのフルストローク最小デューティを算出するフルストローク最小デューティ算出手段を付加して設け、前記指令デューティ決定手段は、前記基準デューティが該フルストローク最小デューティ以下である間、前記基準デューティの補正を禁止して基準デューティをそのまま指令デューティとするよう構成したことを特徴とするものである。

【0016】第3発明によるデューティソレノイド弁の駆動制御装置は、第2発明におけるフルストローク最小デューティ算出手段を以下の構成としたことを特徴とするものである。つまり当該フルストローク最小デューティ算出手段はフルストローク最小デューティ D_0 を、前記ソレノイド弁のインダクタンス L 、デューティ制御におけるパルス幅変調周期 T_d 、前記フルストローク最小電流 i_0 、前記駆動電圧 V_{ig} から、 $D_0 = (L \cdot i_0 / T_d) (1 / V_{ig})$ の演算により算出するよう構成する。

【0017】第4発明によるデューティソレノイド弁の駆動制御装置は、フルストローク最小デューティ算出手段を第3発明のように構成する場合において、上記 $(L \cdot i_0 / T_d)$ を定数データとして予め記憶しておくよう構成したことを特徴とするものである。

【0018】

【発明の効果】第1発明において基準デューティ演算手段は、ソレノイド弁の駆動電圧が基準電圧である時の予定の油圧・デューティ特性を基に、目標油圧に対応する基準デューティを求め、一方で指令デューティ決定手段は、かようにして求められた基準デューティを、駆動電圧に応じた電圧依存係数と、駆動電圧および基準電圧間における電圧偏差との乗算により求めた補正量だけ補正

して得られる補正デューティを指令デューティとする。そしてデューティソレノイド弁の駆動制御装置は、ソレノイド弁を当該指令デューティで駆動させ、その出力油圧を、電圧の変化にかかわらず上記の目標油圧に持ち来すことができる。

【0019】ところで第1発明においては、ソレノイド弁の上記指令デューティを求めるに際し、先ず基準電圧時のための基準デューティを求め、次いでこれを駆動電圧と電圧偏差とに応じ補正して指令デューティとする構成であるため、基準電圧用の駆動デューティマップの他には、これと同等の大きなマップが必要でなくなり、従来装置において生じていた前記コスト上の問題を回避することができ、併せて、従来のように決定が困難な定数を一切用いることなく指令デューティを高精度に求めることができると共に、少なくとも基準電圧用の基準デューティだけは必ず求めることができ、従来装置において生じていた前記精度上の問題および適用性の問題も解消することができる。

【0020】第2発明においては、フルストローク最小デューティ算出手段が、ソレノイド弁をフルストロークさせるのに必要な最小限のフルストローク最小電流を現在の駆動電圧のもとでソレノイド弁に流すためのフルストローク最小デューティを算出し、上記の指令デューティ決定手段は、基準デューティが当該フルストローク最小デューティ以下である間、前記デューティの補正を禁止して基準デューティをそのまま指令デューティとする。

【0021】よって第2発明においては、基準デューティがフルストローク最小デューティ以下である間、つまり、リニア領域のために基準デューティをそのまま指令デューティとしても目標油圧が得られてデューティの電圧補正が不要であり、補正を行うと制御上の弊害が出る場合において、当該デューティの補正を禁止することから、かかるデューティの無駄な電圧補正がなされて制御上の弊害が生ずるのを防止することができる。

【0022】第3発明においては、前記フルストローク最小デューティ算出手段がフルストローク最小デューティ D_0 を、ソレノイド弁のインダクタンス L 、デューティ制御におけるパルス幅変調周期 T_d 、フルストローク最小電流 i_0 、駆動電圧 V_{ig} から、
$$D_0 = (L \cdot i_0 / T_d) \cdot (1 / V_{ig})$$

なる一次近似式の演算により算出するものであるため、デューティの補正が必要か否かを判断する時の基準であるフルストローク最小デューティを簡単に求めることができると共に、プログラムの簡素化により演算の負担を軽減することができて大いに有利である。

【0023】第4発明においては、フルストローク最小デューティを上記第3発明のように算出する場合において、上記 $(L \cdot i_0 / T_d)$ を定数データとして予め記憶しておくことから、フルストローク最小デューティを

更に簡単に求めることができ、更に有利である。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づき詳細に説明する。図1は、本発明の一実施の形態になるデューティソレノイド弁の駆動制御装置を具えた、自動変速機用トルクコンバータのスリップ制御装置を示す概略系統図で、1はトルクコンバータ、3はそのスリップ制御弁である。

【0025】トルクコンバータ1は図示せざるエンジンと、自動変速機を成す歯車変速機構との間に介挿され、エンジン回転を歯車変速機構へトルク増大下に伝達するもので、周知のごとくエンジンクランクシャフトとともに回転するポンプインペラと、これに対向配置されて歯車変速機構の入力軸に結合されたタービンランナと、ポンプインペラからタービンランナの流体駆動に供された後ポンプインペラへ戻る作動流体の反力受けとなって上記のトルク増大作用を行うステータとを具え、更にポンプインペラおよびタービンランナ間を適宜機械的に結合して両者間の相対回転、つまり、トルクコンバータのスリップ量を制限するロックアップクラッチ1aを設けた構成とする。

【0026】ロックアップクラッチ1aの締結力（トルクコンバータスリップ量）は、その前後におけるアプライ圧 P_A とリリース圧 P_R の差圧（ロックアップクラッチ締結圧）により決まり、アプライ圧 P_A がリリース圧 P_R よりも低ければ、ロックアップクラッチ1aは釈放されてポンプインペラおよびタービンランナ間を直結せず、トルクコンバータ1をスリップ制限しないコンバータ状態で動力伝達を行うよう機能させる。アプライ圧 P_A がリリース圧 P_R よりも高い場合、その差圧（ロックアップクラッチ締結圧）に応じた力でロックアップクラッチ1aを滑り結合させ、トルクコンバータ1をロックアップクラッチ1aの締結力に応じてスリップ制限するスリップ制御状態で動力伝達を行うよう機能させる。そして当該差圧が或る設定値よりも大きくなると、ロックアップクラッチ1aが完全締結されてポンプインペラおよびタービンランナ間の相対回転がなくなり、トルクコンバータ1をロックアップ状態で動力伝達を行うよう機能させる。

【0027】ここで、トルクコンバータ1の上記スリップ制御を行うべくアプライ圧 P_A およびリリース圧 P_R を決定するスリップ制御系は以下の構成とする。スリップ制御弁3は、コントローラ5によりデューティ制御されるロックアップソレノイド弁7からの信号圧 P_s に応じてアプライ圧 P_A およびリリース圧 P_R を決定するもので、これらスリップ制御弁3およびロックアップソレノイド弁7を以下のごとき周知のものとする。

【0028】先ずロックアップソレノイド弁7は一定のパイロット圧 P_p を元圧として、コントローラ5からの指令デューティ D の増大につれ信号圧 P_s を高くするも

のとする。一方でスリップ制御弁3は、上記の信号圧 P_s およびフィードバックされたリリース圧 P_R を一方方向に受けると共に、他方向にバネ3aのバネ力およびフィードバックされたアプライ圧 P_A を受け、信号圧 P_s の上昇（指令デューティDの増大）につれて、アプライ圧 P_A とリリース圧 P_R との間の差圧（ $P_A - P_R$ ）で表されるロックアップクラッチ1aの締結圧を図2に示すように変化させるものとする。ここでロックアップクラッチ締結圧（ $P_A - P_R$ ）の負値は $P_R > P_A$ によりトルクコンバータ1をコンバータ状態にすることを意味し、逆にロックアップクラッチ締結圧（ $P_A - P_R$ ）が正である時は、その値が大きくなるにつれてロックアップクラッチ1aの締結容量が増大され、トルクコンバータ1のスリップ回転を大きく制限し、遂にはロックアップ状態にすることを意味する。

【0029】コントローラ5は、中央処理ユニット5aと、入出力インタフェース回路5bと、ランダムアクセスメモリ5cとで構成した周知のものとする。コントローラ5には入出力インタフェース回路5bを経由して、ロックアップソレノイド弁7の駆動電圧 V_{ig} を検出する駆動電圧センサ9からの信号と、トルクコンバータ入力回転数であるポンプインペラの回転数 ω_{IR} を検出するインペラ回転センサ11からの信号と、トルクコンバータ出力回転数であるタービンランナの回転数 ω_{TR} を検出するタービン回転センサ13からの信号と、変速機出力回転数 ω_{TO} を検出する変速機出力回転センサ15からの信号と、エンジンのスロットル開度 TVO を検出するスロットル開度センサ17からの信号とをそれぞれ入力する。なお、インペラ回転センサ11はエンジンの回転数を検出するエンジン回転センサで代用しても良いこと勿論である。

【0030】コントローラ5はこれら入力情報をもとに、図3乃至図5に示す処理により指令デューティDを決定し、これを入出力インタフェース回路5bを経てロックアップソレノイド弁7に供給することにより、信号圧 P_s の制御およびこれに応動するスリップ制御弁3を介してロックアップクラッチ締結圧（ $P_A - P_R$ ）を所定のトルクコンバータのスリップ状態が得られるよう制御するものとする。

【0031】先ず、図3に示すスリップ制御のメインルートを説明するに、ステップ600で前記した各種センサからの情報を読み込み、次のステップ700で、これら読み込んだ入力情報のうち、変速機出力回転数 ω_{TO} （車速）およびスロットル開度 TVO に基づき周知のごとくに目標スリップ回転を定めるとともに、インペラ回転数 ω_{IR} からタービン回転数 ω_{TR} を減算して求めた実測スリップ回転と上記目標スリップ回転との間におけるスリップ回転偏差に応じ、スリップ回転を目標値にするロックアップクラッチ1aの目標締結圧（目標油圧） d_p を算出する。

【0032】次いでステップ800において、当該ロックアップクラッチ1aの目標締結圧（目標油圧） d_p を実現するための指令デューティDを算出し、この指令デューティDに対応するようパルス幅変調したPWM（Pulse Width Modulation）出力をロックアップソレノイド弁7に供給して、ロックアップクラッチ締結圧（ $P_A - P_R$ ）を上記の目標締結圧（目標油圧） d_p に一致させる。

【0033】本実施の形態においては特に、ステップ800における指令デューティDの算出を図4に示すような処理により行い、更に詳しくは、図5に示す機能ブロック図に沿った演算により、当該指令デューティDの算出を行うものとする。図4のステップ801および図5の基準デューティ演算部901は、本発明における基準デューティ演算手段に相当し、ここでは、ロックアップソレノイド弁7の駆動電圧 V_{ig} が或る基準電圧 V_0 である時の図6に例示したマップをもとに、目標締結圧（目標油圧） d_p に対応するデューティ（基準デューティ） D_0 を検索して求める。

【0034】図4のステップ802および図5のフルストローク最小デューティ演算部902は、本発明におけるフルストローク最小デューティ算出手段に相当し、ここでは、ロックアップソレノイド弁7を駆動電圧 V_{ig} により常閉位置から図1の下方へフルストローク（全開）させるのに必要な最小限のフルストローク最小電流 i_0 に対応したフルストローク最小デューティ D_0 を算出する。この算出に際しては、上記の駆動電圧 V_{ig} およびフルストローク最小電流 i_0 の他に、ロックアップソレノイド弁7のインダクタンス L およびデューティ制御におけるパルス幅変調周期 T_d （図5では0.02秒とした）を用いて、

$$D_0 = (L \cdot i_0 / T_d) (1/V_{ig})$$

なる一次近似式の演算によりフルストローク最小デューティ D_0 を求める。

【0035】ところで上式において、インダクタンス L 、フルストローク最小電流 i_0 、およびパルス幅変調周期 T_d はそれぞれ固定値で、上記（ $L \cdot i_0 / T_d$ ）が定数であることから、（ $L \cdot i_0 / T_d$ ）は（ $L \cdot i_0 / T_d$ ） $= K_D$ の定数データとして予め記憶しておき、上記フルストローク最小デューティ D_0 の演算に際しては、定数データ K_D に駆動電圧 V_{ig} の逆数（ $1/V_{ig}$ ）を乗算するだけで当該演算が終了するようにすることとする。

【0036】図4のステップ803～805、および図5の比較器903、電圧偏差演算部904、電圧依存係数演算部905、デューティ補正量演算部906、デューティ補正部907は、本発明における指令デューティ決定手段に相当する。先ず図4のステップ803および図5の比較器903において、駆動電圧 V_{ig} が基準電圧 V_0 である時の、目標締結圧（目標油圧） d_p に対応し

た基準デューティ D_p と、駆動電圧 V_{ig} でのフルストローク最小電流 i_0 に対応したフルストローク最小デューティ D_0 とを比較する。

【0037】ここで、基準デューティ D_p とフルストローク最小デューティ D_0 とを比較する意義を説明するに、図8は、同じ基準デューティ D_p のもとでもパルス幅変調周期 T_d 内においてソレノイド弁7に流れる電流が i が、ソレノイド弁駆動電圧 V_{ig} の上昇に応じ α , β , γ , δ で示すように異なることを示す。そして、当該基準デューティ D_p の場合について説明すると、駆動電圧 V_{ig} が或る値を越えた場合、電流変化特性 γ に関連する点々のハッチング領域で示すように、フルストローク最小電流 i_0 を越えた電流がソレノイド弁7に流れる。ところで、当該過電流領域ではソレノイド弁7が既にフルストローク状態であって、ソレノイド弁7に、その動作には関与しない無駄な過電流が流れていることとなり、基準デューティ D_p をそのまま指令デューティ D としたのでは、ロックアップクラッチ締結圧($P_A - P_R$)を目標油圧 d_p にすることができず、基準デューティ D_p を補正して指令デューティ D にする必要があることを意味する。

【0038】しかるに、図8に α で示すような電流変化特性の場合、フルストローク最小電流 i_0 を越えた電流がソレノイド弁7に流れることがなく、リニヤ領域であるため基準デューティ D_p をそのまま指令デューティ D としてもロックアップクラッチ締結圧($P_A - P_R$)を目標油圧 d_p にすることができることから、基準デューティ D_p の補正が不要であることを意味し、この時に補正を行うと油圧制御上の弊害を生ずる。

【0039】なお上記では、基準デューティ D_p が或る値に固定されていて、ソレノイド弁駆動電圧 V_{ig} が異なる場合について説明したが、逆に駆動電圧 V_{ig} が固定で、目標締結圧(目標油圧) d_p の変化で基準デューティ D_p が変化する場合についても上記と同様のことが言え、基準デューティ D_p が小さい場合は、電流変化特性を δ にするような高いソレノイド弁駆動電圧のもとでも、電流変化特性は例えば ϵ で示すごときものとなつて、パルス幅変調周期 T_d 内においてソレノイド弁7に流れる電流が i がフルストローク最小電流 i_0 を越えることがない。従って、ソレノイド弁7に流れる電流が i がフルストローク最小電流 i_0 を越えて、基準デューティ D_p の前記補正が必要であるかどうかは、目標締結圧(目標油圧) d_p に応じた基準デューティ D_p と、ソレノイド弁駆動電圧 V_{ig} との組み合わせで決まる。

【0040】そこで本実施の形態においては、図4のステップ803および図5の比較器903で、基準デューティ D_p とフルストローク最小デューティ D_0 とを相互に比較し、基準デューティ D_p がフルストローク最小デューティ D_0 を越えていれば、ソレノイド弁駆動電流が i がフルストローク最小電流 i_0 を越えるとして、デューティの補正が必要であると判断し、基準デューティ D_p がフルストローク最小デューティ D_0 を越えていなければ、ソレノイド弁駆動電流が i がフルストローク最小電流 i_0 を越えないとして、デューティの補正が不要であると判断する。

【0041】基準デューティ D_p とフルストローク最小デューティ D_0 との比較により、ソレノイド弁駆動電流が i がフルストローク最小電流 i_0 を越えるか越えないかを判断し得る根拠は次の通りである。フルストローク最小デューティ D_0 は前記したように

$$D_0 = (L \cdot i_0 / T_d) (1 / V_{ig}) \\ = K_D / V_{ig}$$

の演算により求めるものであり、このフルストローク最小デューティ D_0 にパルス幅変調周期 T_d を掛けて求まる $(K_D / V_{ig}) \cdot T_d = \Delta T$ は、図8の電流変化特性 γ につき例示するごとく、ソレノイド弁駆動電流 i がフルストローク最小電流 i_0 に達するのに必要な時間を表し、駆動電圧 V_{ig} に応じて変化する。従って、フルストローク最小デューティ D_0 からは、現在の駆動電圧 V_{ig} のもとでソレノイド弁駆動電流 i がフルストローク最小電流 i_0 に達するのに必要な時間 ΔT が図8のように判定され得る。

【0042】これがため、基準デューティ D_p がフルストローク最小デューティ D_0 を越えているということは、ソレノイド弁駆動電流が i がフルストローク最小電流 i_0 を越えることを意味し、また、基準デューティ D_p がフルストローク最小デューティ D_0 を越えていないということば、ソレノイド弁駆動電流が i がフルストローク最小電流 i_0 を越えないことを意味し、これらから、基準デューティ D_p とフルストローク最小デューティ D_0 との比較により、ソレノイド弁駆動電流が i がフルストローク最小電流 i_0 を越えるか否かを判断し得ることとなる。

【0043】以上の論理に基づき、図4のステップ803および図5の比較器903での前記判定により、基準デューティ D_p がフルストローク最小デューティ D_0 を越えていない(ソレノイド弁駆動電流が i がフルストローク最小電流 i_0 を越えない)と判定する場合は、上記したようにデューティの補正が不要であるから、図5のデューティ補正量演算部906から出力されるデューティ補正量 ΔD を無条件に0にし、図4のステップ804およびデューティ補正部907で、基準デューティ D_p をそのまま指令デューティ D とする。この指令デューティ D は、図4のステップ806でパルス幅変調(PWM)出力をロックアップソレノイド弁7に供給する時、ロックアップクラッチ締結圧($P_A - P_R$)を確実に目標油圧 d_p に一致させることができる。そして、デューティの無駄な補正を行わないことから、当該無駄な補正で油圧制御上の弊害が生ずるのを防止することができる。

【0044】ところで、図4のステップ803および図5の比較器903で基準デューティ D_p がフルストローク最小デューティ D_0 を越えている（ソレノイド弁駆動電流 i がフルストローク最小電流 i_0 を越える）と判定する場合は、上記したようにデューティの補正が必要であるから、先ず図4のステップ805および図5のデューティ補正量演算部906でデューティ補正量 ΔD を以下のごとくに求める。つまり、先ず図5の電圧偏差演算部904でソレノイド弁駆動電圧 V_{ig} と基準電圧 V_0 との間における電圧偏差 $(V_{ig} - V_0)$ を求め、次に図5の電圧依存係数演算部905で、図7に例示する電圧依存係数マップをもとにソレノイド弁駆動電圧 V_{ig} から電圧依存係数 K_v を検索する。ここで電圧依存係数 K_v は、ソレノイド弁駆動電流 i がフルストローク最小電流 i_0 を越える場合においてこれによる目標油圧 d_p からの乖離をなくすためのデューティ補正係数で、当該乖離の度合いがソレノイド弁駆動電圧 V_{ig} により異なることから、当該ソレノイド弁駆動電圧 V_{ig} の関数として例えば図7に示すように設定することができる。

【0045】図4のステップ805および図5のデューティ補正量演算部906では、電圧偏差 $(V_{ig} - V_0)$ に電圧依存係数 K_v を掛けてデューティ補正量 ΔD を $\Delta D = (V_{ig} - V_0) \cdot K_v$ により求め、図4のステップ805および図5のデューティ補正部907では、基準デューティ D_p をデューティ補正量 ΔD だけ補正して求めた補正デューティ $(D_p + \Delta D)$ を指令デューティ D とし、指令デューティ D を $D = D_p + \Delta D$
 $= D_p + (V_{ig} - V_0) \cdot K_v$ のように定める。

【0046】かかる補正は、基準デューティ D_p をそのまま指令デューティ D とする場合、ロックアップクラッチ締結圧 $(P_A - P_R)$ を目標油圧 d_p にすることができず、これからの乖離を避けられない際において、当該乖離を解消するためのもので、当該補正により作成された指令デューティ D は、図4のステップ806でパルス幅変調(PWM)出力をロックアップソレノイド弁7に供給する時、ロックアップクラッチ締結圧 $(P_A - P_R)$ を確実に目標油圧 d_p に一致させることができる。なお上式から当然ながら、駆動電圧 V_{ig} が基準電圧 V_0 に一致していれば $(V_{ig} - V_0) \cdot K_v = 0$ になり、基準デューティ D_p がそのまま指令デューティ D として与えられ、不要な基準デューティ D_p の補正が回避されることは言うまでもない。

【0047】上述した実施の形態においては、図4のステップ803および図5の比較器903で基準デューティ D_p がフルストローク最小デューティ D_0 を越えていると判定した時のみデューティの補正を行うようにしたが、図4のステップ803および図5の比較器903を省略して当該デューティの補正を常時行うようにしても

良い。但しこの場合、図6の基準デューティ D_p を本来なら、最低電圧時は図9に a_L で示すように補正して指令デューティ D となし、最高電圧時は図9に a_H で示すように補正して指令デューティ D とするところながら、当該指令デューティ D が最低電圧時は図9に b_L で示すようなものとなり、最高電圧時は図9に b_H で示すようなものとなり、目標締結圧 d_p の低い領域において不要なデューティ補正が行われて油圧制御が不正確になることから、図4のステップ803および図5の比較器903は省略しない方が良いこと勿論である。

【0048】図10は、上記実施の形態による最低電圧時デューティ特性 a_L および最高電圧時デューティ特性 a_H と、図12に示す従来装置による最低電圧時デューティ特性 b_{L0} および最高電圧時デューティ特性 b_{H0} とを比較して示すものである。従来装置においては固定の補正係数 β のみにより電圧補正を行うため、例えば図10に示すごとく最高電圧時デューティ特性 b_{H0} がほぼ本発明による最高電圧時デューティ特性 a_H に近づいて、図11に示すごとく最高電圧時締結圧誤差特性 b_{pH} が本発明による最高電圧時締結圧誤差特性 a_{pH} とほぼ同じになるようにすると（油圧制御の精度が高くなるようにすると）、最低電圧時デューティ特性 b_{L0} が図10に示すごとく本発明による最高電圧時デューティ特性 a_H から大きく外れて、図11に示すごとく最低電圧時締結圧誤差特性 b_{pL} が本発明による最低電圧時締結圧誤差特性 a_{pL} に対して大きく悪化する（油圧制御の精度が低下する）というように、駆動電圧が低い時と高い時との双方で油圧制御の精度を高めることができない。

【0049】これに対し上記実施の形態によれば、図11の最低電圧時締結圧誤差特性 a_{pL} および最高電圧時締結圧誤差特性 a_{pH} に見られるごとく、駆動電圧が低い時も高い時も締結圧誤差が小さくて、駆動電圧に関係なく油圧制御の精度を高く維持することができる。

【0050】更に以上のような本実施の形態によれば、基準デューティ演算部901における基準電圧用のデューティマップ（図6参照）の他には、これと同等の大きなマップが必要でなく、その他のマップとしては、電圧依存係数 K_v に関する小さなマップが存在するのみであり、従ってメモリ容量が小さくてよいために、従来装置で生じていた前記コスト上の問題を回避することができる。

【0051】併せて、図12に示す従来装置のように決定が困難な定数を一切用いることなく指令デューティを高精度に求めることができると共に、少なくとも基準電圧用の基準デューティ D_p だけは必ず求めることができ、図12の従来装置において生じていた適用性の問題も解消することができる。

【0052】また、基準デューティ D_p がフルストローク最小デューティ D_0 以下である間は、デューティの補正が不要であるとして基準デューティ D_p をそのまま指

令デューティDとし、デューティの補正を行わないことから、リニヤ領域のため当該補正が不要であるにもかかわらずこれが行われて、油圧制御上の弊害を生ずるといった問題を回避することができる。

【0053】なお、フルストローク最小デューティ D_0 を、ソレノイド弁のインダクタンス L 、デューティ制御におけるパルス幅変調周期 T_d 、フルストローク最小電流 i_0 、駆動電圧 V_{ig} から、

$$D_0 = (L \cdot i_0 / T_d) (1 / V_{ig})$$

なる一次近似式の演算により算出するため、デューティの補正が必要か否かを判断する時の基準であるフルストローク最小デューティ D_0 を簡単に求めることができると共に、プログラムの簡素化により演算の負担を軽減することができて有利である。

【0054】そして、フルストローク最小デューティ D_0 を上記のように算出する場合において、上記 $(L \cdot i_0 / T_d)$ を定数データとして予め記憶しておくこととしたから、フルストローク最小デューティ D_0 を更に簡単に求めることができ、更に有利である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態になるデューティソレノイド弁の駆動制御装置を具えたトルクコンバータのスリップ制御システムを示す概略系統図である。

【図2】同実施の形態においてデューティ制御されるロックアップソレノイド弁からの信号圧と、ロックアップクラッチ締結圧との関係を示す線図である。

【図3】同実施の形態においてコントローラが実行するスリップ制御プログラムを示すフローチャートである。

【図4】同スリップ制御における指令デューティ決定処理のプログラムを示すフローチャートである。

【図5】同指令デューティ決定処理の機能別ブロック線図である。

【図6】同指令デューティ決定処理において用いる、基準デューティの変化特性図である。

【図7】同指令デューティ決定処理において用いる、電圧依存係数の変化特性図である。

【図8】同じソレノイド弁駆動デューティのもとで駆動電圧が変化した場合におけるソレノイド弁駆動電流の時系列変化と、高い駆動電圧のもとでソレノイド弁駆動デ

ューティが小さい場合におけるソレノイド弁駆動電流の時系列変化とを示すタイムチャートである。

【図9】図4および図5により必要な場合のみデューティの補正を行った時の指令デューティの変化特性を、常時デューティの補正を行った時の指令デューティの変化特性と比較して示す特性図である。

【図10】図4および図5によりデューティの補正を行った時の指令デューティの変化特性を、図12に示す従来装置によりデューティの補正を行った時の指令デューティの変化特性と比較して示す特性図である。

【図11】図4および図5によりデューティの補正を行った場合におけるロックアップクラッチ締結圧誤差の変化特性を、図12に示す従来装置によりデューティの補正を行った場合におけるロックアップクラッチ締結圧誤差の変化特性と比較して示す特性図である。

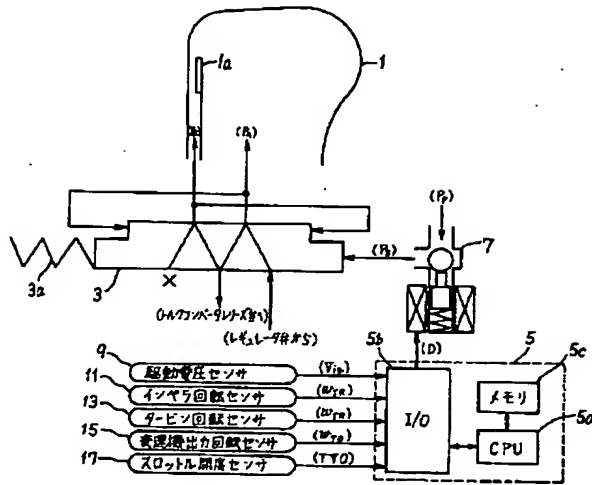
【図12】従来のデューティソレノイド弁駆動制御装置を例示する機能別ブロック線図である。

【図13】同デューティソレノイド弁駆動制御装置において求める要求コンダクタンスの目標油圧に対する特性図である。

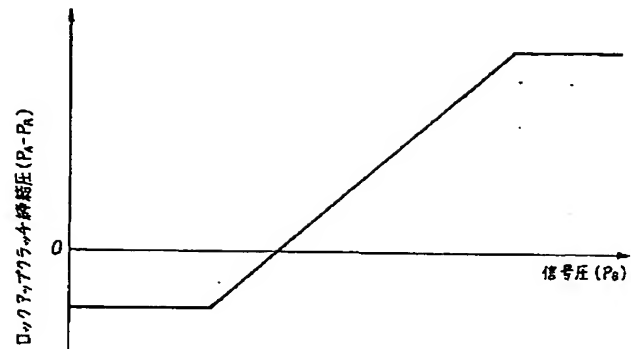
【符号の説明】

- 1 トルクコンバータ
- 1a ロックアップクラッチ
- 3 スリップ制御弁
- 5 コントローラ
- 7 ロックアップソレノイド弁（ソレノイド弁）
- 9 駆動電圧センサ
- 11 インペラ回転センサ
- 13 タービン回転センサ
- 15 変速機出力回転センサ
- 17 スロットル開度センサ
- 901 基準デューティ演算部
- 902 フルストローク最小デューティ算出部
- 903 比較器
- 904 電圧偏差演算部
- 905 電圧依存係数演算部
- 906 デューティ補正量演算部
- 907 指令デューティ演算部

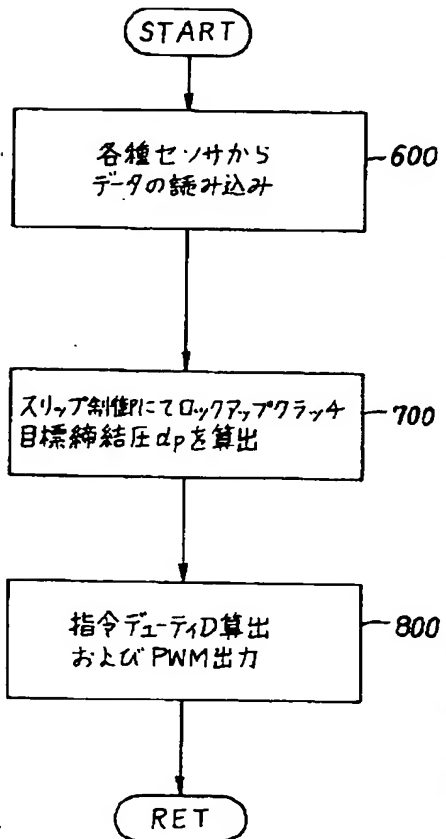
【図1】



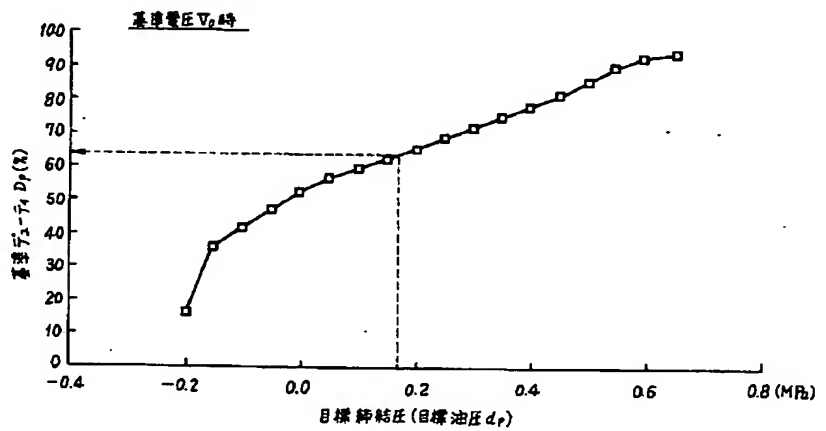
【図2】



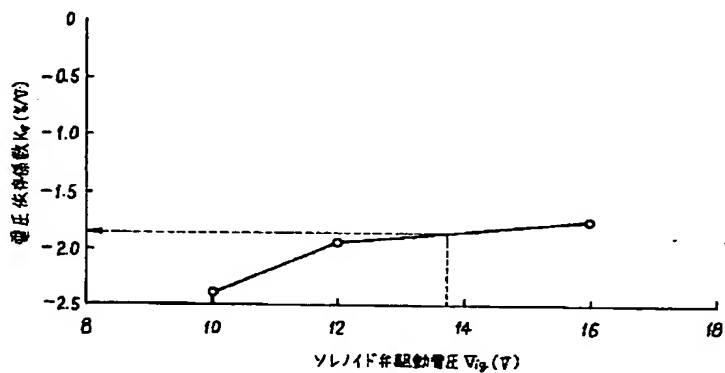
【図3】



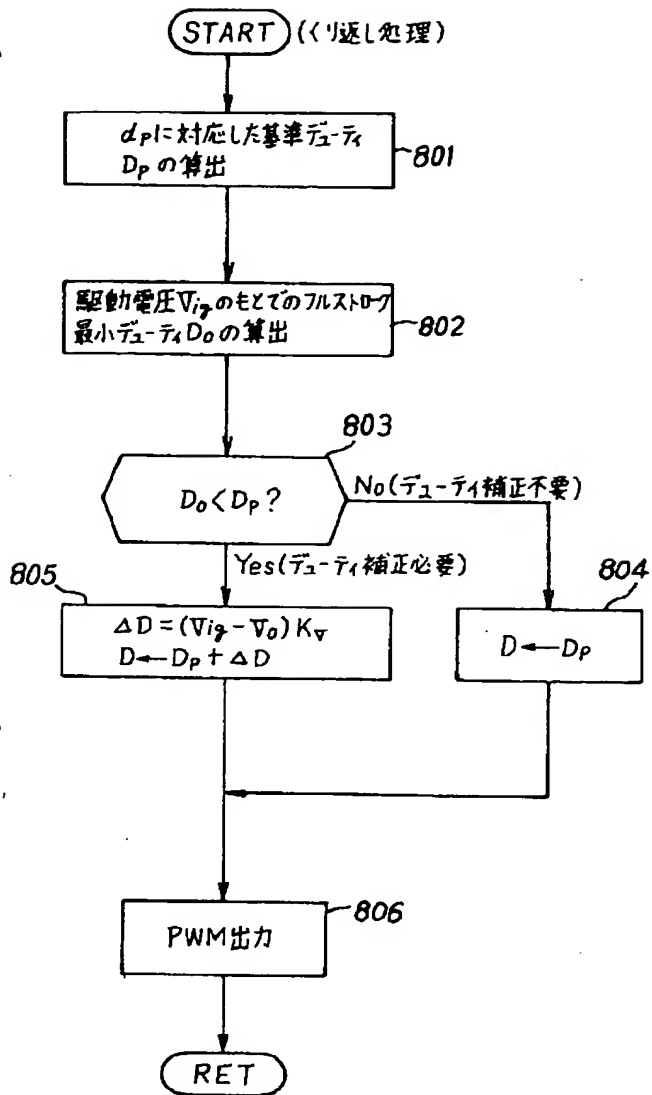
【図6】



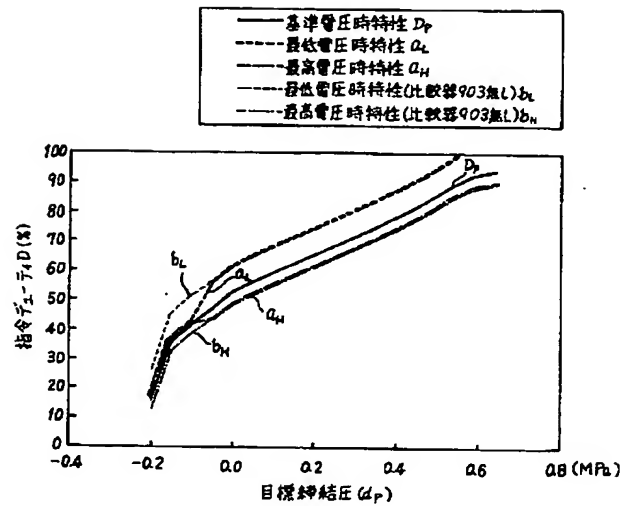
【図7】



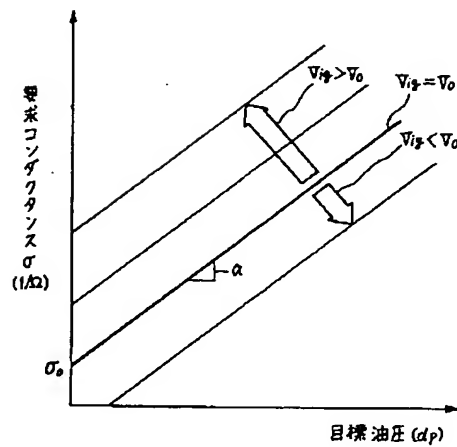
【図4】



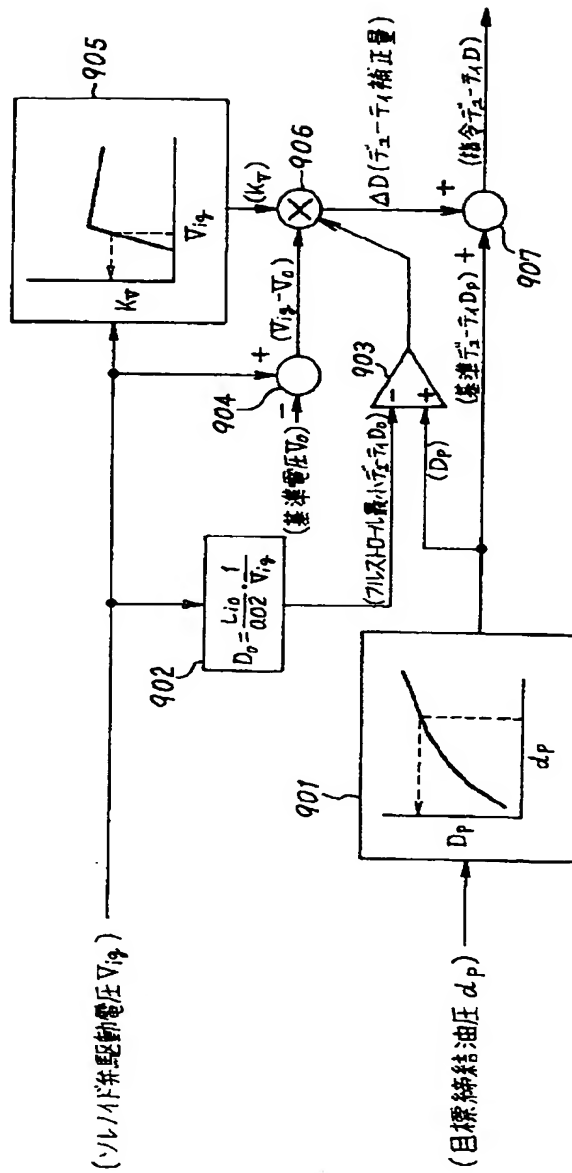
【図9】



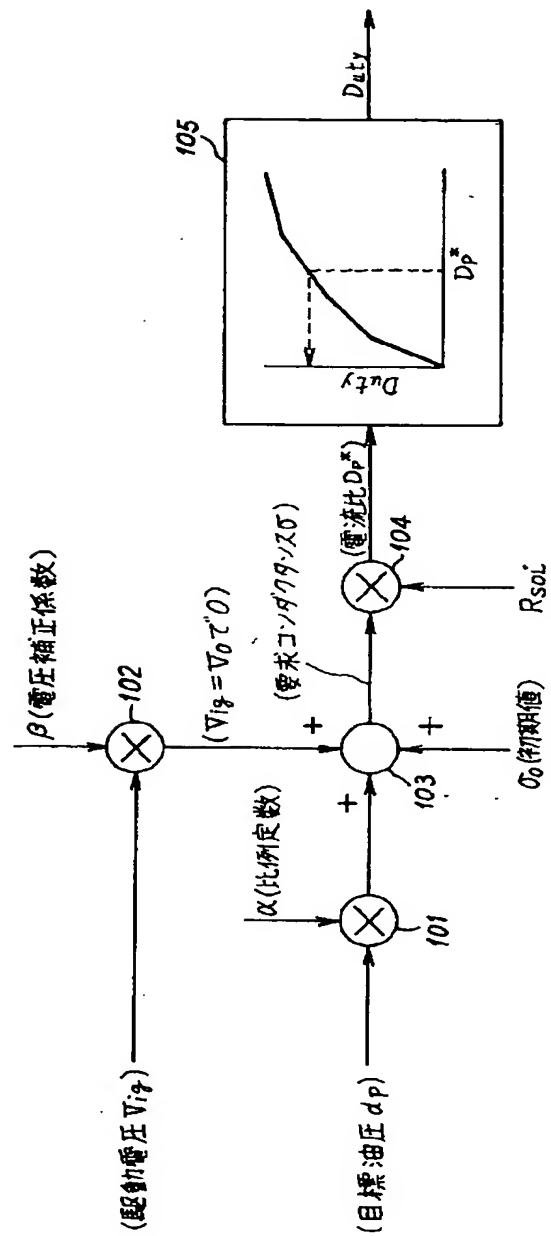
【図13】



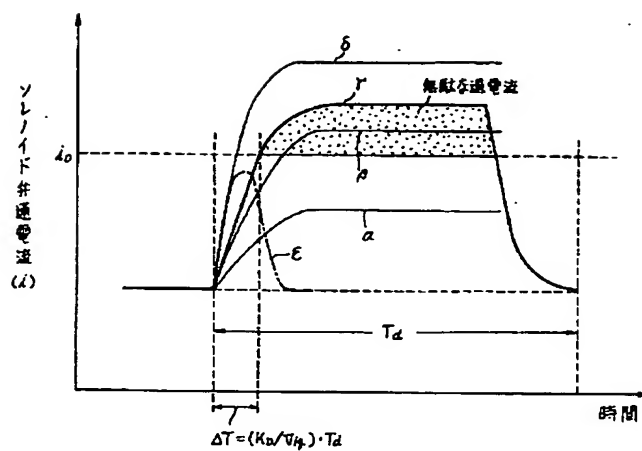
【図5】



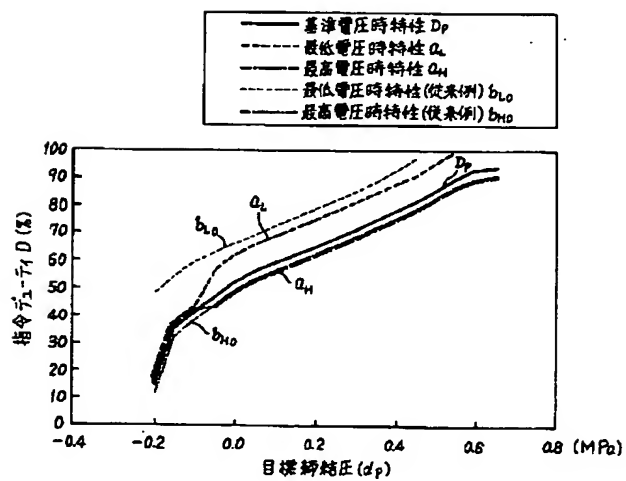
【図12】



【図8】



【図10】



【図11】

